

LAPORAN

TUGAS PRARANCANGAN PABRIK

PRARANCANGAN PABRIK
ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR
DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK
KAPASITAS 230.000 TON/TAHUN



Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

Ika Anik Trisnani
D 500 110 039

Dosen Pembimbing :

- 1. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.**
- 2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2015

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Ika Anik Trisnani
NIM : D 500 110 039
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen Oksida dan
Air dengan Proses Hidrasi Non Katalitik Kapasitas
230.000 Ton Per Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

Surakarta, Juli 2015

Menyetujui,

Pembimbing I



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIK.892



Pembimbing II



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.
NIK.664

Mengetahui,

Dekan Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

Ketua Program Studi



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIK.892

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ika Anik Trisnani
NIM : D 500 110 039
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen
Oksida dan Air dengan Proses Hidrasi Non Katalitik
Kapasitas 230.000 Ton per Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila Tugas Akhir ini merupakan jiplakan dan atau penelitian karya ilmiah lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, Juli 2015

Yang membuat pernyataan,



Ika Anik Trisnani

INTISARI

Etilen glikol atau EG merupakan senyawa organik yang tidak berwarna, tidak berbau, dan berwujud cairan. Secara umum etilen glikol digunakan untuk tambahan serat pada polyester, wadah yang menggunakan bahan PET, *antifreeze* dan pendingin pada mesin. Di Indonesia secara umum dan komersial, etilen glikol digunakan untuk bahan baku industri tekstil (polyester) sebesar 97,34% dan 2,66% digunakan sebagai bahan baku tambahan pembuatan cat, cairan lem, *solvent* (pelarut), tinta cetak, tinta pada pena, kosmetik, dan bahan anti beku. Kebutuhan ini dipenuhi oleh PT Polychem Tbk sedangkan kekurangannya dipenuhi dengan melakukan impor dari berbagai negara. Prarancangan pabrik etilen glikol dari etilen oksida dan air dengan proses hidrasi non katalitik kapasitas 230.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan pada tahun 2025 untuk memenuhi kebutuhan etilen glikol di Indonesia, sehingga mengurangi angka impor. Selain itu adanya bahan baku dan lokasi di Tangerang, Banten seluas 22.000 m² serta dengan 184 karyawan sangat mendukung berdirinya pabrik ini.

Prarancangan pabrik etilen glikol menggunakan bahan baku berupa etilen oksida dan air berlebih, dengan perbandingan mol 1:20. Kapasitas produksi sebesar 230.000 ton/tahun yang direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam tiap tahunnya. Proses pembuatan etilen glikol ini dilakukan di dalam *plug flow reactor* secara kontinyu tanpa menggunakan katalis. Pada reaktor ini, proses pembuatan etilen glikol dijaga agar berlangsung pada fase cair, *irreversible*, eksotermis, *adiabatic* dan *non isothermal* pada suhu 130,36°C hingga 190°C dan tekanan 18 atm. Konversi yang dicapai adalah 99,8% dengan selektivitas etilen glikol 91,8%. Produk samping yang dihasilkan berupa dietilen glikol dan trietilen glikol. Dalam prosesnya dibutuhkan etilen oksida sebanyak 24.557,451 kg/jam dan air sebanyak 201.596,7468 kg/jam. Produk yang dihasilkan berupa etilen glikol sebanyak 29.040,4040 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 753.155,1632 kg/jam yang diperoleh dari air sungai Cisadane Tangerang, penyediaan *saturated steam* sebesar 46.768,378 kg/jam dari *boiler* dengan menggunakan bahan bakar berupa *fuel oil* sebesar 12.071,44 L/jam, kebutuhan listrik sebesar 2.903,41 2 kW diperoleh dari PLN dan sebuah *generator set* sebagai cadangan.

Pabrik etilen glikol menggunakan modal tetap sebesar Rp 1.034.051.035.025,- dan modal kerja sebesar Rp 1.939.783.918.227,-. Berdasarkan analisis ekonomi kelayakan pendirian suatu pabrik, maka pabrik etilen glikol ini menguntungkan dan layak didirikan. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak adalah Rp 680.800,422.474,- per tahun setelah dipotong pajak 30 % keuntungan yang diperoleh mencapai Rp 476.560.295.732,- per tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 65,84% dan setelah pajak 46,09%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,32 tahun dan setelah pajak 1,78 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 49,69%, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 37,58%. *Discounted Cash Flow (DCF)* terhitung sebesar 24,69%.

Kata kunci: etilen glikol, *plug flow reactor*, hidrasi, non katalitik

MOTTO

*“Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(Q.S. Al-Mujadalah: 11)*

*“Berbuat baiklah untuk orang lain, karena sesungguhnya kamu telah berbuat baik kepada dirimu sendiri”
(Q.S. Al-Isra’: 07)*

“ILMU. Pada awalnya memang begitu pahit, bahkan sangat pahit, namun pada akhirnya akan terasa manis yang melebihi manisnya madu”

“Meskipun kerap dianggap aneh oleh orang kebanyakan orang karena menuju suatu tempat yang tidak semua orang akan sampai, namun Allah Maha Melihat siapa yang paling bekerja keras dan Dia adalah sebaik- baik penilai. Tidak akan perbah Dia mensia-siakan usaha manusia. Setiap usaha akan dibalas-Nya dengan balasan yang sebaik- baiknya”

“Tidak ada daya dan kekuatan lain selain pertolongan-Mu”

PERSEMBAHAN

*Karya ini kupersembahkan Kepada Allah SWT
Semoga Engkau terima sebagai amal sholeh
Hingga setiap kemudahan menambah kesyukuran
Dan setiap kesukaran menjadi penghapus dosa.*

Kedua orang tuaku...

Bue dan Pae tercinta, terima kasih atas kasih kasih sayang, pengorbanan dan pendidikan yang telah diberikan selama ini. Do'a dan ridhomu yang selalu mengantarkan pada jalan kemudahan di setiap langkah perjuanganku. Hanya do'a dan bakti yang dapat aku beri untuk membalas semuanya. Semoga Allah senantiasa bersamamu. Amin.

Adik-adikku tercinta...

Wik, Kyk, Fin, terima kasih telah memberiku dukungan, kalian begitu pengertian dan sabar. Adik-adikku kalian akan menjadi lebih baik daripada Mbakmu.

Bapak, Ibu dosen...

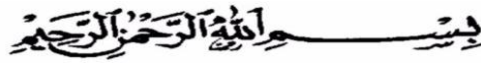
yang dengan tulus dan sabar membimbingku dalam menuntut ilmu, semoga dapat menjadi bekal dan bermanfaat bagi kehidupanku.

Ayu Three Wiji Latifah...

Teman satu timku, terima kasih sudah sabar dan setia dalam mengerjakan tugas akhir. Maafkan aku yang sering merepotkanmu dan membuatmu jengkel. Semoga Allah selalu melindungi dan mengabulkan apa yang menjadi keinginanmu.

Semua teman-teman teknik kimia angkatan 2011, terima kasih atas kebersamaannya selama ini. Kenangan indah bersama kalian.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul **Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen Oksida dan Air dengan Proses Hidrasi Non Katalitik Kapasitas 230.000 Ton Per Tahun**. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing I dan Ketua Prodi Teknik Kimia yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
2. Bapak Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Bapak/Ibu dosen Program Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah memberikan pembelajaran mulai dari semester awal hingga akhir.
4. Keluarga tercinta terima kasih atas doa dan motivasi serta dukungan yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, dan semua pihak yang telah banyak membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya, penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata saya selaku penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
INTISARI.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.1.1. Sejarah.....	1
1.1.2. Alasan pendirian pabrik	1
1.1.3. Kapasitas prarancangan pabrik	3
1.1.4. Lokasi prarancangan pabrik	4
1.2. Tinjauan Pustaka	8
1.2.1. Macam-macam proses pembuatan etilen glikol	8
1.2.2. Kegunaan produk.....	13
1.2.3. Sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk	14
1.2.3.1. Sifat fisis dan kimia bahan baku	14
1.2.3.2. Sifat fisis dan kimia produk.....	18
1.2.4. Tinjauan proses secara umum	20
BAB II DISKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Baku dan Produk	24
2.1.1. Spesifikasi bahan baku.....	24
2.1.2. Spesifikasi produk	24
2.2. Konsep Proses	24

2.2.1. Tahap Sintesa Etilen Glikol.....	24
2.2.1.1. Tinjauan termodinamika	25
2.2.1.2. Kinetika reaksi.....	28
2.2.2. Tahap pemisahan air dari larutan glikol.....	33
2.2.3. Tahap pemurnian produk	33
2.3. Langkah Proses	33
2.3.1. Tahap penyimpanan bahan baku	34
2.3.2. Tahap sintesa etilen glikol.....	34
2.3.3. Tahap pemisahan air dari larutan glikol	35
2.3.4. Tahap pemurnian produk	36
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	36
2.4.1. Neraca massa	36
2.4.2. Neraca panas	39
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan	43
2.5.1. Tata letak pabrik	43
2.5.2. Tata letak peralatan.....	46
 BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	 53
 BAB IV UNIT UTILITAS DAN LABORATORIUM	
4.1. Unit Pendukung Proses	88
4.1.1. Unit penyediaan dan pengolahan air	88
4.1.1.1. Unit penyedia	89
4.1.1.2. Proses pengolahan air.....	94
4.1.1.3. Kebutuhan air	98
4.1.2. Unit Penyedia <i>Steam</i>	99
4.1.3. Unit Penyedia Listrik	100
4.1.3.1. Kebutuhan listrik unit proses.....	99
4.1.3.2. Kebutuhan listrik unit utilitas	101
4.1.3.3. Kebutuhan listrik alat instrumentasi dan kontrol.....	102
4.1.3.4. Kebutuhan listrik lain-lain.....	102

4.1.4. Unit Penyedia Bahan Bakar	103
4.1.4.1. Kebutuhan bahan bakar generator	103
4.1.4.2. Kebutuhan bahan bakar boiler-01.....	103
4.1.4.3. Kebutuhan bahan bakar boiler-02.....	103
4.1.5. Unit Pengolahan Limbah	104
4.1.6. Spesifikasi Alat Utilitas	107
4.2. Laboratorium	117
4.2.1. Program kerja laboratorium	117
4.2.2. Penanganan sampel.....	118
4.2.3. Prosedur analisa	118
4.2.4. Metode analisa.....	119
4.2.5. Alat-alat Laboratorium.....	119

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan	122
5.2. Struktur Organisasi	123
5.3 Tugas dan Wewenang.....	124
5.3.1. Pemegang saham	124
5.3.2. Dewan komisaris	124
5.3.3. Direktur utama.....	124
5.3.4. Direktur	125
5.3.5. Staf ahli dan litbang	126
5.3.6. Kepala bagian	126
5.3.7. Kepala seksi.....	129
5.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	129
5.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan	129
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	129
5.7 Sistem Gaji Karyawan.....	131
5.8 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	132
5.9 Manajemen Produksi	133
5.10 Perencanaan Produksi.....	134

5.11 Pengendalian Produksi	135
BAB VI ANALISIS EKONOMI	137
6.1. Penafsiran Harga Peralatan	137
6.2. Dasar Perhitungan	138
6.3. Faktor-faktor yang ditinjau	140
6.4. <i>Totak Capital Invesment</i>	143
6.5. <i>Working Capital</i>	144
6.6. <i>Manufacturing Cost</i>	144
6.7. <i>General Expense</i>	145
6.8. Analisa Keuntungan	145
6.9. Analisa Kelayakan	145
BAB VII KESIMPULAN	151
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kecepatan Reaksi Proses Hidrasi	30
Gambar 2.2. Regresi Linier Kecepatan Reaksi	30
Gambar 2.3. Selektivitas Glikol Berdasarkan Rasio H ₂ O dan EO	32
Gambar 2.4. Tata Letak Pabrik Etilen Glikol.....	48
Gambar 2.5. Tata Letak Alat Proses.....	49
Gambar 2.6. Diagram Alir Kualitatif	50
Gambar 2.7. Diagram Alir Kuantitatif	51
Gambar 4.1. Diagram Alir Pengolahan Limbah.....	120
Gambar 4.2. Diagram Alir Pengolahan Air di Unit Utilitas.....	121
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	136
Gambar 6.1. Grafik Persamaan Indeks Harga	139
Gambar 6.2. Grafik Analisis Kelayakan Ekonomi	150

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kebutuhan Etilen Glikol Indonesia	3
Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Etilen Glikol	4
Tabel 1.3 Industri Produsen NFY Resin di Indonesia	5
Tabel 1.4 Industri Produsen PSF/PFY di Indonesia	5
Tabel 1.5 Industri Produsen PET di Indonesia	6
Tabel 1.6 Diskripsi Perbandingan Proses Pembuatan Etilen Glikol.....	23
Tabel 2.1 Harga Gibbs (ΔG_{r}) dan Entalpi Standar (ΔH_{r}).....	25
Tabel 2.2 Harga Konstanta Kecepatan Reaksi	29
Tabel 2.3 Harga Konstanta Kecepatan Reaksi k_1 , k_2 , dan k_3	32
Tabel 2.4 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	37
Tabel 2.5 Neraca Massa Evaporator (V-01).....	37
Tabel 2.6 Neraca Massa Evaporator (V-02).....	37
Tabel 2.7 Neraca Massa Menara Distilasi (D-01)	38
Tabel 2.8 Neraca Massa Menara Distilasi (D-02)	38
Tabel 2.9 Neraca Massa Mixer (M-01).....	38
Tabel 2.10 Neraca Massa Total	39
Tabel 2.11 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	39
Tabel 2.12 Neraca Panas Evaporator(V-01)	39
Tabel 2.13 Neraca Panas Evaporator (V-02).....	40
Tabel 2.14 Neraca Panas Menara Distilasi (D-01)	40
Tabel 2.15 Neraca Panas Menara Distilasi (D-02)	40
Tabel 2.16 Neraca Panas <i>Heater</i> 1 (E-301).....	41
Tabel 2.17 Neraca Panas <i>Heater</i> 2(E-302).....	41
Tabel 2.18 Neraca Panas <i>Cooler</i> 1 (E-101).....	41
Tabel 2.19 Neraca Panas <i>Cooler</i> 2 (E-102).....	41
Tabel 2.20 Neraca Panas <i>Cooler</i> 3 (E-103).....	42
Tabel 2.21 Neraca Panas <i>Cooler</i> 4 (E-104).....	42
Tabel 2.22 Neraca Panas <i>Cooler</i> 5 (E-105).....	42
Tabel 2.23 Neraca Panas <i>Cooler</i> 6 (E-106).....	42

Tabel 2.24 Neraca Panas <i>Cooler</i> 7 (E-107).....	43
Tabel 2.25 Neraca Panas <i>Cooler</i> 8 (E-108).....	43
Tabel 2.26 Neraca Panas <i>Cooler</i> 9 (E-109).....	43
Tabel 2.27 Luas Tanah Bangunan Pabrik Etilen Glikol	45
Tabel 4.1 Data Kebutuhan Air Proses.....	98
Tabel 4.2 Data Kebutuhan Air Pendingin	98
Tabel 4.3 Data Kebutuhan Air Sanitasi	99
Tabel 4.4 Data Kebutuhan <i>Steam</i> Jenuh $T = 200^{\circ}\text{C}$	99
Tabel 4.5 Data Kebutuhan <i>Steam</i> Jenuh $T = 350^{\circ}\text{C}$	100
Tabel 4.6 Data Kebutuhan Listrik Unit Proses.....	100
Tabel 4.7 Data Kebutuhan Listrik Unit Utilitas	101
Tabel 5.1 Jadwal Hari dan Jam Kerja Karyawan Shift	130
Tabel 5.2 Penggolongan Jabatan Jumlah Karyawan dan Gaji	131
Tabel 6.1 Indeks Harga	139
Tabel 6.2 <i>Total Capital Investment</i>	143
Tabel 6.3 <i>Working Capital</i>	144
Tabel 6.4 <i>Manufacturing Cost</i>	144
Tabel 6.5 <i>General Expenses</i>	145
Tabel 6.6 <i>Fixed Cost</i> (Fa).....	146
Tabel 6.7 <i>Variable Cost</i> (Va)	147
Tabel 6.8 <i>Regulated Cost</i> (Ra)	147
Tabel 6.9 Kesimpulan Analisa Kelayakan Pabrik Etilen Glikol	150